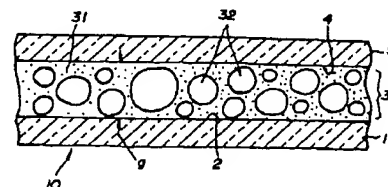


**(54) LIQUID CRYSTAL DISPLAY PANEL**

(11) 5-216017 (A) (43) 27.8.1993 (19) JP  
 (21) Appl. No. 4-20122 (22) 5.2.1992  
 (71) HITACHI LTD(1) (72) MINORU HIROSHIMA(2)  
 (51) Int. Cl.<sup>5</sup> G02F1/1333, G09F9/30, G09F9/35

**PURPOSE:** To obtain the sheet-like flexible liquid crystal panel which can be packaged along the surface shape of an object by constituting a liquid crystal layer of a high polymer dispersion type solid liquid crystal and forming transparent substrates to a flexible film form.

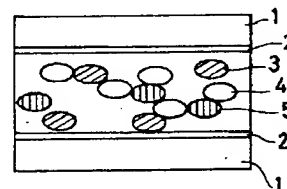
**CONSTITUTION:** A high polymer dispersion type liquid crystal layer 3 takes a flexible solid form constituted by dispersing many small drops 32 of the liquid crystal into a high-polymer binder 31 consisting of polyvinyl alcohol, etc. The liquid crystal display element 10 clamps the liquid crystal layer 3 by the flexible film-like transparent plastic sheets 5, 1 constituting upper and lower substrates and has the sheet panel shape as a whole. Even if the liquid crystal display panel of such sheet panel shape is bent in a surface direction, the liquid crystal layer 3 is solid and, therefore, the thickness (spacing between the upper and lower substrates) (g) of the liquid crystal layer 3 does not change. Then, the pattern display in not only a plane shape but freely curved shapes is possible. The display panel which can be easily packaged even to an symmetrical object having the curved surfaces and has a large area is constituted.

**(54) COLOR LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE**

(11) 5-216018 (A) (43) 27.8.1993 (19) JP  
 (21) Appl. No. 4-21166 (22) 6.2.1992  
 (71) SHARP CORP (72) TOSHIKI TAKAMATSU  
 (51) Int. Cl.<sup>5</sup> G02F1/1333, C09K19/02, C09K19/60, G02F1/137

**PURPOSE:** To provide the color display which can make multicolor display including accumulated display, is further brighter than the display obtained by combinations of primary color systems and is excellent in display contrast.

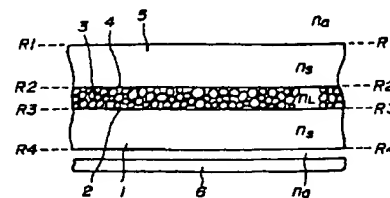
**CONSTITUTION:** The liquid crystal composite of the liquid crystal display device constituted by forming transparent electrodes 2 respectively on the opposite surfaces of a pair of light transmissive substrates 1, forming oriented films coating the respective transparent electrodes 2 and packing the liquid crystal composite between a pair of the light transparent substrates consists of nematic liquid crystals and dyestuff which are supported by a high-polymer resin to form three kinds of droplet liquid crystal phases 3, 4, 5. Two kinds of the liquid crystal phases among these liquid crystal phases contain dichromatic dyestuff having a complementary color relation and one kind contains black dyestuff. The above-mentioned liquid crystals have positive and negative dielectric anisotropy.

**(54) REFLECTION TYPE LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE OF HIGH POLYMER DISPERSION TYPE**

(11) 5-216019 (A) (43) 27.8.1993 (19) JP  
 (21) Appl. No. 4-21392 (22) 6.2.1992  
 (71) HITACHI LTD(1) (72) MINORU HIROSHIMA(2)  
 (51) Int. Cl.<sup>5</sup> G02F1/1333, G09F9/35

**PURPOSE:** To improve the brightness of display patterns by minimizing the total of reflection losses at the boundary of the constituting layers of the reflection type liquid crystal display device for which a high polymer dispersion type liquid crystal is used.

**CONSTITUTION:** The refractive index  $n_s$  of an upper substrate 5 and a lower substrate 1 is specified to the value specified by  $n_s = (n_a \cdot n_i) / 2 \pm 0.1$  when the refractive index of a high polymer dispersion type liquid crystal layer 3 constituting the liquid crystal display element is designated as  $n_i$  and the refractive index of the external medium in contact with the upper substrate 5 and the lower substrate 1 on the side opposite from the high polymer dispersion type liquid crystal layer as  $n_a$ . As a result, the reflection loss at the boundary of the constituting layers is suppressed and the brightness of the pattern display is improved.



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-216019

(43)公開日 平成5年(1993)8月27日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 F 1/1333		9225-2K		
G 0 9 F 9/35	3 2 0	6447-5G		

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平4-21392

(22)出願日 平成4年(1992)2月6日

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(71)出願人 000233088

日立デバイスエンジニアリング株式会社

千葉県茂原市早野3681番地

(72)発明者 廣島 實

千葉県茂原市早野3300番地 株式会社日立  
製作所茂原工場内

(72)発明者 箭内 雅弘

千葉県茂原市早野3300番地 株式会社日立  
製作所茂原工場内

(74)代理人 弁理士 武 顕次郎

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 高分子分散形反射型液晶表示装置

(57)【要約】

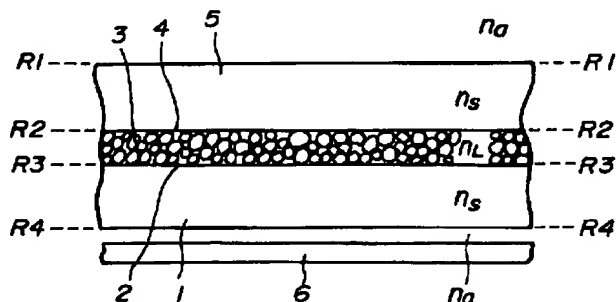
【目的】 高分子分散形液晶を用いた反射型液晶表示装置における構成層界面での反射ロスの合計を小さく抑えこんで表示パターンの明るさを向上する。

【構成】 液晶表示素子を構成する高分子分散形液晶層3の屈折率を $n_1$ 、上基板5と下基板1の高分子分散形液晶層とは反対側に接する外部媒質の屈折率を $n_s$ としたとき、上基板と下基板の屈折率 $n_s$ を、 $n_s = (n_1 \cdot n_1)^{1/2} \pm 0.1$ で特定される値とした。

【効果】 上記構成層界面での反射ロスが抑え込まれ、パターン表示の明るさを改善される。



本発明による液晶表示素子の  
1 実施例の要部断面模式図



- 1 下基板
- 2 下電極
- 3 高分子分散形液晶層
- 4 上電極
- 5 上基板
- 6 反射板

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 高分子分散形液晶層とこの高分子分散形液晶層の上側と下側とにそれぞれ配置される上基板と下基板とから構成される液晶表示素子を備えた反射型液晶表示装置において、

前記高分子分散形液晶層の屈折率を $n_1$ 、前記上基板と下基板の前記高分子分散形液晶層とは反対側に接する外部媒質の屈折率を $n_s$ としたとき、前記上基板と下基板の屈折率 $n_2$ を、

$$n_2 = (n_s \cdot n_1)^{1/2} \pm 0.1$$

で特定される値としたことを特徴とする高分子分散形反射型液晶表示装置。

【請求項2】 高分子分散形液晶層とこの高分子分散形液晶層の上側と下側とにそれぞれ配置される上基板と下基板とから構成される液晶表示素子を備えた反射型液晶表示装置において、

前記高分子分散形液晶層の屈折率を $n_1$ 、前記上基板と下基板の前記高分子分散形液晶層とは反対側に接する外部媒質の屈折率を $n_s$ としたとき、前記上基板と下基板の屈折率 $n_2$ を、

$$n_2 = (n_s \cdot n_1)^{1/2} \pm 0.1$$

で特定される値とすると共に、

前記上基板と下基板の前記外部媒質と接する側の外面に、透明薄膜層を設けてなり、前記透明薄膜層の屈折率 $n_3$ を、

$$n_3 = (n_s \cdot n_2)^{1/2} \pm 0.1$$

で特定される値としたことを特徴とする高分子分散形反射型液晶表示装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、液晶表示装置に係り、特に液晶層に高分子分散形液晶を用いると共に、その表示の明るさを格段に向上させた高分子分散形反射型液晶表示装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】高分子材料の中に液晶を分散させた高分子分散形液晶表示素子を用いた液晶表示装置が知られている。この種の液晶表示素子は、高分子材料で液晶を包んだ微細なカプセルからなる高分子分散形液晶薄膜（通常、厚さ5～20 $\mu$ m程度）を透明電極で挟み、該電極間に電圧を加えないオフ状態では光を散乱（または吸収）して不透明であるが、適当な大きさの電圧を印加したオン状態では透明になる特性をもつ。

【0003】この高分子分散形液晶表示素子の特性を利用することにより、液晶表示装置を実現することができる。そして、この高分子分散形液晶表示素子は、従来からの液晶（ツイスト・ネマチック：TN、スーパーツイスト・ネマチック：STN）を用いた液晶表示素子と比較して、偏光板が不要であるために視覚が広く明るい表示を得ることができると共に、液晶分子を規則的に配列

させる必要がないために配向膜が不要であるなどの特長を持つ。このような高分子分散形液晶表示素子とこれを用いた液晶表示装置に関する技術は既に公知であり、例えば米国特許明細書第4,435,047号に開示されている。

【0004】図4は上記従来技術による反射形液晶表示装置を説明する概略外観図であって、09はこの基板上に形成された表示用のパターン、010は液晶表示装置である。同図の反射形液晶表示装置010は、表示情報としての数字「8」を表示するためのパターン09を有した固定情報表示用の液晶表示装置である。

【0005】図5は従来技術による反射形液晶表示装置の構造例を説明するための図4のA部分の断面図であって、01は下基板、02は下電極、03は液晶層、04は上電極、05は上基板、06は反射板である。同図において、下基板01、上基板05はガラスあるいはPET、PESあるいはポリカーボネート等のプラスチック板からなる透明板で構成され、これら下基板01、上基板05の表面にインジウム・チタン・オキサイド（ITO）薄膜等を被着した下電極02、上電極04が形成されている。この下電極02、上電極04の少なくとも一方は表示するパターン9に対応する形状を有している。

【0006】上記下基板01と上基板05との間に、高分子材料で液晶を包んだ微細なカプセルからなる高分子分散形液晶薄膜03が挟まれている。高分子分散形液晶表示素子は、前記したように偏光板が不要であるので明るい特徴を有する。このため、バックライト等の照明を用いずに、消費電力を小さくし、薄くできる、反射型素子として実現するのが一般的であり、望ましい。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】図6は上記従来技術による反射型液晶表示装置のパターン表示原理を説明する断面模式図であって、R1、R2、R3、R4は、それぞれ外部媒質である空気層と上基板05との界面、上基板05と液晶層03との界面、液晶層03と下基板01との界面、下基板01と空気層との界面で、図5と同一符号は同一部分に相当する。なお、図中、下基板01および上基板05の液晶層03に接する面にある下電極02と上電極04は省略してある。

【0008】同図において、この種の液晶表示装置は、上基板05、液晶層03、下基板01の積層体の上記下基板側に反射板06を設けた複数構成層からなり、上基板05の外部、すなわち空気媒質側から照明光からの入射光Liが液晶表示装置に入射すると、この入射光Liは上基板05→液晶層03→下基板01→反射板06の光路を通して反射板06に到達する。

【0009】反射板06に到達した入射光Liは、そこで反射されて上基板05の外部へ反射光Lrとして戻ってくる。この反射光Lrは観察者の目Eに入り、当該パターンを視認できることになる。このとき、入射光Li

は、その全てが反射光 $L_r$ として戻ってくれば明るい表示パターンが得られるが、実際には、該光路の途中で減衰を生じるために、全部が観察者側に戻ってくるようなことはない。

【0010】反射型液晶表示素子の場合、上記減衰の中で、各構成層の界面での反射によるロス（減衰）が特に \*

$$R = [(n_1 - n_2) / (n_1 + n_2)]^2 \dots (式1)$$

となる。

【0011】図6の構成においては、上基板05と下基板01の屈折率を $n_s$ 、液晶層03の屈折率を $n_l$ 、空気04の屈折率を $n_a$ とすると、通常、 $n_s \neq n_l \neq n_a$ であり、屈折率は異なってくる。このため、4つの界面 $R_1, R_2, R_3, R_4$ で、入射光 $L_i$ 及び反射光 $L_r$ が、図中に点線矢印で示したように反射されてロスを生じる。そして、図示の反射型液晶表示装置では、光路の往路と帰路で、それぞれ4箇所、合計8箇所で反射ロス ※

$$T = \frac{(4n_s \cdot 4n_l)^4 \cdot n_a^8}{(n_s + n_l)^8 (n_s + n_l)^8} \dots (式2)$$

このように、反射型液晶表示素子を用いた液晶表示装置では、反射ロスの箇所が多い（透過型の2倍）ために、反射ロスの合計 $R$ が大きくなる。したがって、最終透過率 $T$ が小さくなり、表示パターンが暗くなり、前記高分子分散形液晶表示素子の特長がそこなわれる問題を発生する。

【0013】本発明の目的は、上記従来技術の問題を解消し、反射ロスの合計 $R$ を小さく押されることにより、表示パターンの明るさをした高分子分散形反射型液晶表示装置を提供しようとするにある。

#### 【0014】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するために、本発明は上基板と下基板を形成する材料の屈折率 $n_s$ の大きさを適正化することにより、反射ロスの合計 $R$ を最小化した点を特徴とする。すなわち、本発明は、高分子分散形液晶層とこの高分子分散形液晶層の上側と下側とにそれぞれ配置される上基板と下基板とから構成される液晶表示素子を備えた反射型液晶表示装置において、前記高分子分散形液晶層の屈折率を $n_l$ 、前記上基板と下基板の前記高分子分散形液晶層とは反対側に接する外部媒質の屈折率を $n_a$ としたとき、前記上基板と下基板の屈折率 $n_s$ を、

$$n_s = (n_a \cdot n_l)^{1/2} \pm 0.1$$

で特定される値としたことを特徴とする。

【0015】また、本発明は、高分子分散形液晶層とこの高分子分散形液晶層の上側と下側とにそれぞれ配置される上基板と下基板とから構成される液晶表示素子を備えた反射型液晶表示装置において、前記高分子分散形液晶層の屈折率を $n_l$ 、前記上基板と下基板の前記高分子分散形液晶層とは反対側に接する外部媒質の屈折率を $n_a$ としたとき、前記上基板と下基板の屈折率 $n_s$ を、

\* 問題になる。一般に、屈折率の異なる2つの物質の一方から光が入射して他方に透過するとき、それらの物質が隣接する界面で入射光の一部が反射される。ここで、上記構成層それぞれの屈折率を $n_1, n_2$ とすると、当該界面での反射率 $R$ は、垂直入射光の場合

※を生じる。このため、各界面での反射ロスが小さくても、全体では無視できない程の大きなロスとなる。

10 【0012】ここで、上記8箇所での反射ロスの合計を $R_t$ とし、図中における入射光 $L_i$ と $L_r$ の比 $L_r/L_i$ を $T$ とおき、これを最終透過率と呼ぶことにする。反射ロス $R_t$ 以外にロスがないとして、 $T$ で $R_t$ の量を表すことができ、この場合、 $T = 1 - R_t$ の関係となる。前記(式1)を組み合わせて用いることにより、上の最終透過率 $T$ は、次のように導出できる。

$$\star n_s = (n_a \cdot n_l)^{1/2} \pm 0.1$$

で特定される値とすると共に、前記上基板と下基板の前記外部媒質と接する側の外面に、透明薄膜層を設けてなり、前記透明薄膜層の屈折率 $n_a$ を、

$$n_a = (n_s \cdot n_l)^{1/2} \pm 0.1$$

で特定される値としたことを特徴とする。

#### 【0016】

【作用】屈折率の異なる物質の界面での反射ロス量は、(式1)で説明したように、物質の屈折率の相対値で変わる。従って、屈折率の値を適当に選ぶことにより、反射ロス量を最小に抑え込むことができることになる。上記した図6に示した表示素子構成において、上基板と下基板の屈折率 $n_s$ は、隣接する他の媒質の屈折率 $n_a$ （空気）及び $n_l$ （液晶材料層の屈折率）に比べて、選択自由度が高い。この屈折率 $n_s$ を変えることにより、反射ロス量を小さく抑え込むことが可能になる。

30 【0017】また、上基板と下基板の外部すなわち空気との界面側に屈折率を選択できる材料の透明性薄膜を間挿することによって、上記上基板と下基板の屈折率の選択範囲を実質的に拡大して反射ロスをさらに低減できる。

#### 【0018】

40 【実施例】以下、本発明の実施例を図面を参照して詳細に説明する。図1は本発明による高分子分散形反射型液晶表示装置の1実施例の構成を説明する断面模式図であって、1は下基板、2は下電極、3は高分子分散形液晶層、4は上電極、5は上基板、6は反射板である。なお、 $R_1, R_2, R_3, R_4$ は、それぞれ外部媒質である空気層と上基板5との界面、上基板5と液晶層3との界面、液晶層3と下基板1との界面、下基板1と空気層

との界面である。

【0019】なお、図中、下基板1および上基板5の液晶層3に接する面にある下電極2と上電極4はインジウム-チタン-オキサイド等の極く薄い透明薄膜からなり、光の反射に実質的な影響を与えないので省略してある。同図に示したように、本実施例の高分子分散形反射型液晶表示装置は、上基板5、液晶層3、下基板1を積層し、下基板側に反射板6を設けた複数構成層からなる。

【0020】そして、上記液晶層の屈折率を $n_1$ 、上記上基板5と下基板1の前記液晶層3とは反対側に接する空気層の屈折率を $n_a$ としたとき、上記上基板5と下基板1の屈折率 $n_s$ を、

$$n_s = (n_a \cdot n_1)^{1/2} \pm 0.1$$

で特定する。

【0021】これにより、各構成層の界面での光反射によるロスを低減でき、明るいパターン表示を得ることが可能となる。図2は上基板と下基板の光透過率の屈折率依存特性の説明図であって、上基板と下基板（以下、上下基板ともいう）の屈折率 $n_s$ を変えたとき、前記（式2）における透過率 $T$ が、どのように変化するかを例示したものである。

【0022】透過率 $T$ は、図1の系において、反射ロスの合計である $R$ を1から差し引いたもの、すなわち $1 - R$ を%表示したもので、 $T$ が100%に近いほど、反射 \*

$$n_{s,max} = (n_a \cdot n_1)^{1/2}$$

で与えられる。

【0025】 $n_s$ が、 $n_{s,max} \pm 0.1$ 程度の範囲内に入れば、透過率 $T$ は、最大値 $\pm 1\%$ の範囲内に入る。通常、 $n_{s,max}$ の値にびたりと一致する材料を運よく手に入れ難いが、 $n_{s,max} \pm 0.1$ の範囲内ならば、材料の選択範囲が広げられ、透過率 $T$ の最大値からのロス量も上記のように僅かである。このように、本実施例では、上下基板の屈折率 $n_s$ を、 $(n_a \cdot n_1)^{1/2} \pm 0.1$ としたものである。

【0026】図3は本発明による高分子分散形反射型液晶表示装置の他の実施例の構成を説明する断面模式図であって、前記図1に示した実施例と同一符号は同一部分に対応し、7は下透明薄膜層、8は上透明薄膜層である。本実施例は、インジウム-チタン-オキサイド等の電極パターンを被着する上下基板として前記実施例に示したような屈折率を満足する基板材料が高価であったり、あるいは入手困難な場合の実施例である。

【0027】すなわち、図3において、下基板1と上基板5の外側（空気層側）に、屈折率が比較的容易に選択できる別の材料からなる下透明薄膜層7と上透明薄膜層8を付加する。この下透明薄膜層7と上透明薄膜層8の屈折率の最適値は、 $n_a \cdot n_s$ となる。この実施例によれば、従来の上下基板の材料を用いて明るいパターン表示の高分子分散形反射型液晶表示装置を構成できる。

\* ロスが少なく、明るい表示パターンが得られることになる。同図における透過率 $T$ の値は、空気の屈折率 $n_a$ を1.0、液晶層3の屈折率 $n_1$ を1.53として、式2を用いて算出した結果である。この $n_a$ 、 $n_1$ の値は、実際に試作した液晶表示装置に用いた系の値である。

【0023】図示に示した透過率 $T$ の上下基板屈折率 $n_s$ 依存性の試算例の結果からも明らかなように、 $n_s$ の大きさと $T$ の値が大きく左右され、 $T$ が最大になる $n_s$ の最適値が存在することがわかる。従来のガラス基板を用いた場合、ガラスの $n_s$ は約1.5であり（最も屈折率が小さい $Si - B_2O_3 - K_2O - KF$ 系のガラスでも $n$ は1.46程度である）、その時の $T$ は、85%弱であるのに対して、 $n_s$ が最適値の場合の $T$ は91%強と6%以上も改善されることが分かる。 $n_s$ が最適値 $\pm 0.1$ の範囲内にあれば90~91%の $T$ が得られる。

【0024】図2に例示したように、透過率 $T$ が、上下基板の屈折率 $n_s$ の値で大きく変化し、この $T$ を最大にする $n_s$ を、以下 $n_{s,max}$ と呼ぶことにする。図2では、この $n_{s,max}$ は、1.24であるが、この $n_{s,max}$ は、図1の系において、屈折率 $n_a$ 、 $n_1$ の値によって異なり、 $n_{s,max}$ は、 $n_a$ 、 $n_1$ の関数で与えられる。この $n_{s,max}$ を与える式は、前記（式2）を $n_s$ で微分して、その微分値を零とおいた方程式を解くことにより求められる。その結果は、

$$\dots (式3)$$

※【0028】なお、上記の下透明薄膜層7と上透明薄膜層8の付加は、（式3）で述べた前記の系に対しても適用でき、図2で述べた透過率 $T$ の最大値を更に改善できるものである。

【0029】

【発明の効果】以上説明したように本発明による高分子分散形液晶を用いた反射型液晶表示装置によれば、光の反射ロスを小さくして、明るいパターン表示の液晶表示装置を実現できる。そして、この種の反射型表示装置は、バックライトを用いないため、外光の少ない場所での使用に著しい効果を発揮する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による高分子分散形反射型液晶表示装置の1実施例の構成を説明する断面模式図である。

【図2】上基板と下基板の光透過率の屈折率依存特性の説明図である。

【図3】本発明による高分子分散形反射型液晶表示装置の他の実施例の構成を説明する断面模式図である。

【図4】従来技術による反射形液晶表示装置を説明する概略外観図である。

【図5】従来技術による反射形液晶表示装置の構造例を説明するための図4のA部分の断面図である。

【図6】従来技術による反射型液晶表示装置のパターン表示原理を説明する断面模式図である。

7

8

## 【符号の説明】

- 1 下基板  
2 下電極  
3 高分子分散液晶層  
4 上電極

- \* 5 上基板  
6 反射板  
7 下透明薄膜層  
8 上透明薄膜層

\*

【図1】

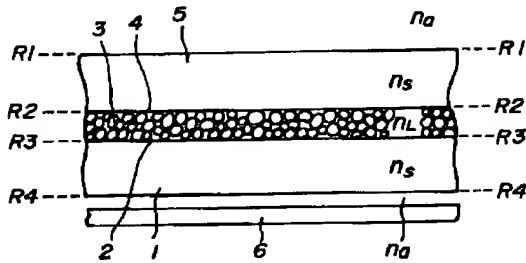
【図3】

図1

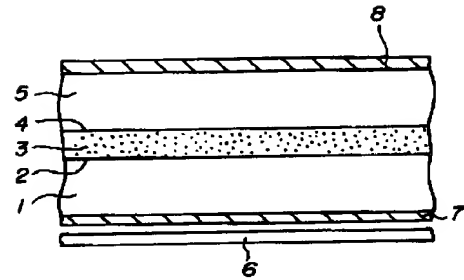
図3

本発明による液晶表示素子の  
1実施例の要部断面模式図

本発明による液晶表示素子の  
他の実施例の要部断面模式図



- 1 下基板  
2 下電極  
3 高分子分散液晶層  
4 上電極  
5 上基板  
6 反射板



- 7 下透明薄膜層  
8 上透明薄膜層

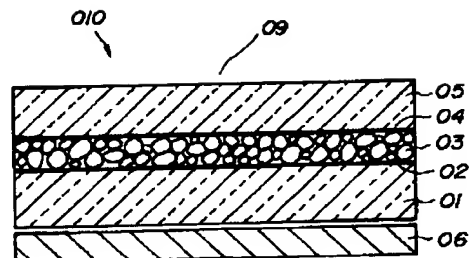
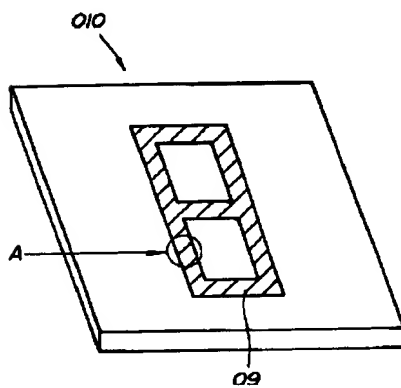
【図4】

【図5】

図4

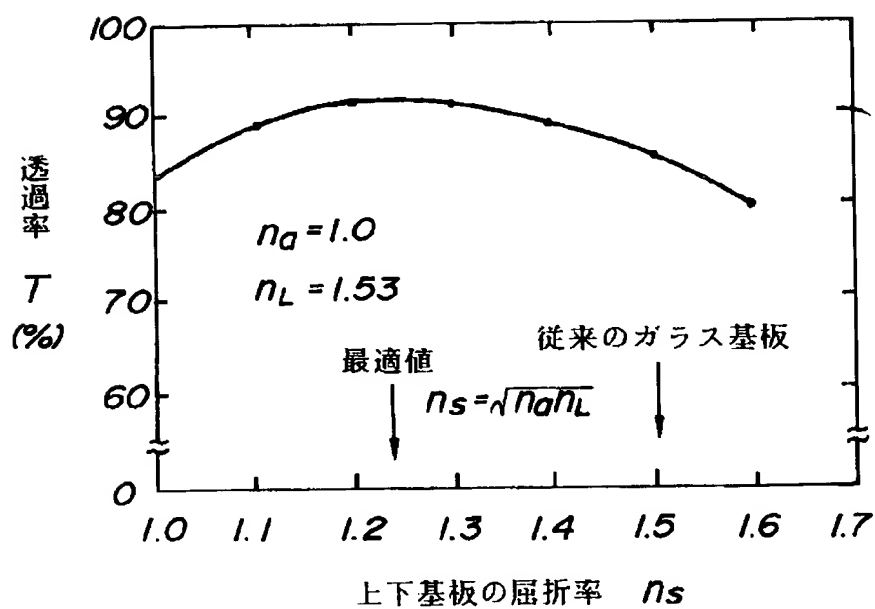
図5

反射形液晶表示素子の外觀図



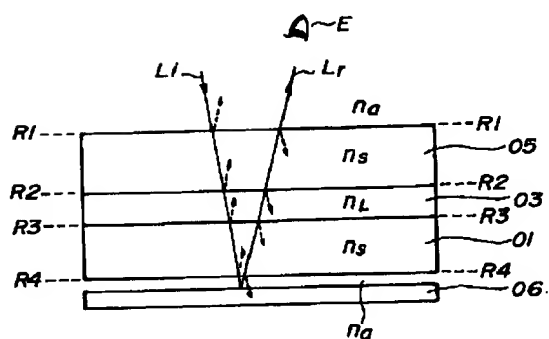
【図2】

図 2

光透過率Tの上下基板屈折率 $n_s$ の依存特性

【図6】

図 6



フロントページの続き

(72)発明者 磯田 高志  
千葉県茂原市早野3681番地 日立デバイス  
エンジニアリング株式会社内